第 37 卷第 2 期 生 态 学 报 Vol.37, No.2
2017 年 1 月 ACTA ECOLOGICA SINICA Jan., 2017

DOI: 10.5846/stxb201507111469
王金旺,魏馨,陈秋夏,李效文,杨升.温州沿海小型海岛植物丰富度和β多样性及其影响因子.生态学报,2017,37(2):523-540.
Wang J W, Wei X, Chen Q X, Li X W, Yang S.Factors affecting species richness and beta diversity of vascular plants on small islands in the Wenzhou region of eastern China.Acta Ecologica Sinica,2017,37(2):523-540.

温州沿海小型海岛植物丰富度和 β 多样性及其影响因子

王金旺,魏 馨,陈秋夏*,李效文,杨 升
浙江省亚热带作物研究所, 温州 325005

摘要:于 2012—2015 年调查了温州沿海 20 个小型无居民海岛的植物组成,共记录到维管束植物 366 种,隶属于 95 科 244 属,其中草本植物 226 种,木本植物 140 种。拟合了 5 个种-面积关系模型,采用赤池信息量 AIC 对模型进行选择,发现种-面积-生境类型关系模型 SAH_nR 权重系数最大,为 40.26%,两种断点回归种-面积关系模型 BR-SAR 权重系数分别仅为 6.94%和0.43%,表明基于这 20 个海岛拟合的种-面积关系不存在小岛屿效应。岛屿植物物种丰富度主要受面积 A 影响,离大陆距离 I_m 对丰富度无显著作用;偏相关分析表明除 A 外,周长/面积比 PAR 和岛屿生境多样性指数 H_d 显著影响了植物丰富度,其逐步回归方程分别为:植物总丰富度 $S=76.714+ 1.696A- 0.046\text{PAR}$, $R^2=0.839$;木本植物丰富度 $S_{_woody}=6.525+ 0.455A+ 24.544H_d$, $R^2=0.697$;草本植物丰富度 $S_{_herbaceous}=66.899+1.285A- 0.04\text{PAR}- 23.434H_d$, $R^2=0.865$。偏最小二乘回归 PLS 分析中岛屿空间特征参数对岛屿物种相似性指数重要性排序为:I_m(0.61)> I_i(0.56)> PAR(0.49)> A(0.20)> 岸线长度 Per(0.14)> 生境类型 H(0.072)> 岛屿高程 E(0.065)> 岛屿形状指数 SI(0.05)。由此可见,近岸的小型海岛植物丰富度并不总是由岛屿面积来决定;隔离度对岛屿植物 β 多样性影响较大。

关键词:岛屿生物地理学;物种丰富度;种-面积关系;空间特征;小岛屿效应

Factors affecting species richness and beta diversity of vascular plants on small islands in the Wenzhou region of eastern China

WANG Jinwang, WEI Xin, CHEN Qiuxia*, LI Xiaowen, YANG Sheng
Zhejiang Institute of Subtropical Crops, Wenzhou 325005, China

Abstract: We conducted field surveys on 20 small, uninhabited islands off the coast of Wenzhou in the Pacific Ocean and recorded 366 vascular plants belonging to 244 genera and 96 families. Of these, 140 were woody and 226 were herbaceous species. Five regression models were constructed to predict species richness (S) and β diversity and the final models were selected based on the Akaike information criterion (AIC). The effects of island size (A), distance to the mainland (I_m), inter-island distance (I_i), shoreline length (Per), perimeter to area ratio (PAR), elevation (E), habitat types (H_n), habitat diversity (H_d), and island shape index (SI) were examined. Model SAH_nR had the highest Akaike weight, 40.26%, with a ratio of 1.19, 2.17, 5.80, and 94.08 over SAR, SAH$_d$$R$, BR-SAR1, and BR-SAR2, respectively. Species richness increased with island size following the classic species-area relationship. However, the species similarity index decreased with increasing I_i. The importance of all exploratory variables on β diversity was $I_m=0.61$, $I_i=0.56$, PAR=0.49, $A=0.20$, $P_{er}=0.14$, $H_n=0.072$, $E=0.065$, and $SI=0.05$, suggesting that isolation (i.e., I_m and I_i) played a major role

基金项目:浙江省财政厅预算内资金资助项目(335010-2015-0005);温州市财政科技专项资助项目(温财农[2010]218 号);温州市海洋与渔业局科研资金(温州市重点无居民海岛植物资源调查研究);国家海洋局温州海洋监测站(海岛植被监测和植物资源调查项目)

收稿日期:2015-07-11; **网络出版日期**:2016-06-13

*通讯作者 Corresponding author.E-mail: yzscqx@126.com

in β diversity. Plant species richness was also significantly affected by PAR and H_d. Stepwise regression showed that the best models to predict S were: $S = 76.714 + 1.696A - 0.046\text{PAR}$ ($R^2 = 0.839$), $S_{\text{woody}} = 6.525 + 0.455A + 24.544H_d$ ($R^2 = 0.697$), and $S_{\text{herbaceous}} = 66.899 + 1.285A - 0.04\text{PAR} - 23.434H_d$ ($R^2 = 0.865$) for total, woody, and herbaceous species richness, respectively. This further indicated that species richness of different growth forms (i.e., woody and herbaceous) on these islands was not solely dependent on island size.

Key Words: island biogeography; species richness; species-area relationship; spatial characteristics; small island effect

种-面积关系(Species area relationship,SAR)定量表达了物种丰富度随取样面积增大而不断增加的变化趋势[1],是生态学理论中建立较早的模型之一[2],其重要性在生物地理学、保护生物学中一直受到高度关注[3-5]。目前,生态位和中性理论被用来解释种-面积关系的生态学机制:群落的构建是生态位分化和随机的生态漂变共同作用结果[6],物种个体空间上的随机分布导致取样面积的增大引起新物种出现的概率增加[7],环境筛选和物种极限相似性使得取样面积包含越多的具有异质性的生境类型将导致出现新物种的概率增加[8-9]。

在岛屿生物地理学理论中,物种组成的变化会导致岛屿物种丰富度出现动态波动,但岛屿物种丰富度随时间推移而保持相对稳定,岛屿物种丰富度主要取决于岛屿面积和隔离程度,该理论也指出种-面积关系可能并不适用于小型岛屿[10]。从逻辑上可推出,岛屿面积小到一定程度将仅能够支持极少数物种存在或者由于动态波动某些时刻这些小型岛屿上将不存在物种[11]。但是,越来越多的生物地理和物种多样性研究案例表明,当岛屿面积小于某个特定阈值时,岛屿物种丰富度将不再符合种-面积关系,即存在小岛屿效应(small island effect,SIE)[2,12],如 Lomolino 和 Weiser[13]对包括植物、两栖动物、蚂蚁、甲虫、哺乳动物、爬行动物、蝴蝶、鸟类等在内的 102 个研究案例进行了对数(log-log model)和半对数(semi-log model)分析,发现 59%的案例存在小岛屿效应。然而,研究区域和研究对象的差异,关于小岛屿效应的研究结果也截然不同,以至于有学者对小岛屿效应的存在提出质疑[14]。如 Qie 等人[15]研究马来西亚肯亚湖岛屿上甲壳类昆虫蜣螂的丰富度与岛屿面积关系时发现,面积小于 35.8 hm^2时,蜣螂丰富度不受面积影响,丰富度的不确定性大大增加,表现出明显的小岛屿效应。赵庆洋等[16]研究千岛湖中 14 个岛屿和 2 个半岛上小型兽类群落多样性时发现,随面积的增加,物种丰富度并非总是增加,也呈现出明显的小岛屿效应;然而 Wang 等人[17]对该湖中 42 个岛屿上鸟类的研究结果却表明不存在小岛屿效应的证据。

由于岛屿物种丰富度主要受岛屿面积和隔离程度的影响,SAR 曲线不能清楚的解释生态位和物种扩散这两个过程在决定岛屿物种丰富度中所起的作用[18-19],而 β 多样性能较为直观的反映物种组成在一定时空尺度和环境中的变化[20],在物种丰富度分析中,运用 β 多样性可较好的解释隔离度在影响岛屿物种丰富度中所起的作用。物种相似性指数作为一个度量 β 多样性的指标,在解释群落间物种组成差异上具有重要作用[21]。此外,若将岛屿作为一个斑块,斑块大小、斑块形状、斑块隔离程度等空间特征参数对物种多样性均有显著影响[22-24]。基于此,该实验尝试在分析种-面积关系以及岛屿间物种 β 多样性的基础上,探讨岛屿面积、岛屿离大陆距离等岛屿空间特征参数对物种丰富度的影响。

浙江沿海岛屿众多,岛屿大小和隔离程度不一,为岛屿生物地理学和物种多样性研究提供了很好的场地,然而在此开展的实验研究鲜见报道。为此,项目组于 2012 年 4 月至 2015 年 5 月先后 8 次对温州沿海 20 个小型无居民海岛进行了植物调查,结合岛屿地理资料,试图回答以下问题:(1)温州沿海小型岛屿维管束植物丰富度主要受何种岛屿空间特征参数的影响,以及是否存在小岛屿效应?(2)不同岛屿维管束植物 β 多样性与岛屿空间特征的关系如何?

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

温州市辖区内海岛南北跨距 147.64 km(27°05′54″N —28°22′26″N),东西跨距 79.59 km(121°15′53″E —

120°27′42″E),属亚热带海洋性季风气候,季风明显,四季分明,冬暖夏凉,温和湿润,光照充足,热量充沛,全年多大风,春季多海雾,夏秋多台风常伴有暴雨;海岛年均气温 15.4—17.7℃,多年均降水量 1100—1400 mm,多年均蒸发 1000—1300 mm。多数海岛集中在水深 20 m 以内的近岸浅海区域,远岸岛屿相对分散,数量较少。近年来,随着连岛工程建设、围(填)海项目实施,部分海岛已"灭失",温州现有无居民海岛 386 个,以南北如链、面上呈群状态不连续地分布在浙南沿海近岸,形成洞头列岛、大北列岛、北麂列岛、南麂列岛四大列岛和乐清湾诸岛、苍南沿海诸岛两个分布带,其中以瓯江口外的洞头列岛相对集中,数量最多,约占无居民海岛总数的 40%,苍南东部近岸诸岛分布呈南北长链,相对分散[25]。

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法

在调查的 20 个海岛中,位于乐清湾的 1 个,即大乌岛,位于瓯江口外的海岛有 8 个(北小门岛岛群,BIs),即鸭屿岛、黄狗盘屿、官财屿、三星礁、黄泥山屿、北小门岛、乌星岛、小乌星岛,位于飞云江口外的海岛有 6 个(王树段—大叉山岛群,WDIs),即大叉山、小叉山、小峙山、王树段岛、王树段儿屿、荔枝山,位于鳌江口外的海岛有 5 个(上头屿—琵琶山岛链,SPIs),即上头屿、琵琶山、外圆山仔屿、长腰山屿、冬瓜山屿,调查岛屿分布情况见图 1。其中,面积(area,A)最小的黄泥山屿仅 0.21 hm^2,最大的琵琶山为 55.3 hm^2,其中 $A < 1$ hm^2的 6 个,1 $hm^2 \leq A < 5$ hm^2的 5 个,5 $hm^2 \leq A < 20$ hm^2的 5 个,$A \geq 20$ hm^2的 4 个。调查时,对面积小于 5 hm^2的海岛进行普查,记录所见植物种类,拍摄照片,采集标本,记录植物出现的生境类型(包括阔叶林、针叶林、灌丛、草丛和湿地),采用 GPS 记录不同生境面积;面积在 5—20 hm^2的采用环岛样线和东西向或南北向沿岛屿中部设置样线的方式踏查,记录样线(样线宽度 10 m)内所有植物种类,拍摄照片,采集标本,携带 GPS 记录踏查范围,记录样线上出现的生境类型及不同生境的边界点地标,以样线上同一生境的两个边界点之间距离代表该生境面积;面积大于 20 hm^2的分别在南坡和北坡登岛,采用岛屿下部、岛屿中部、岛屿上部设置样线的方式

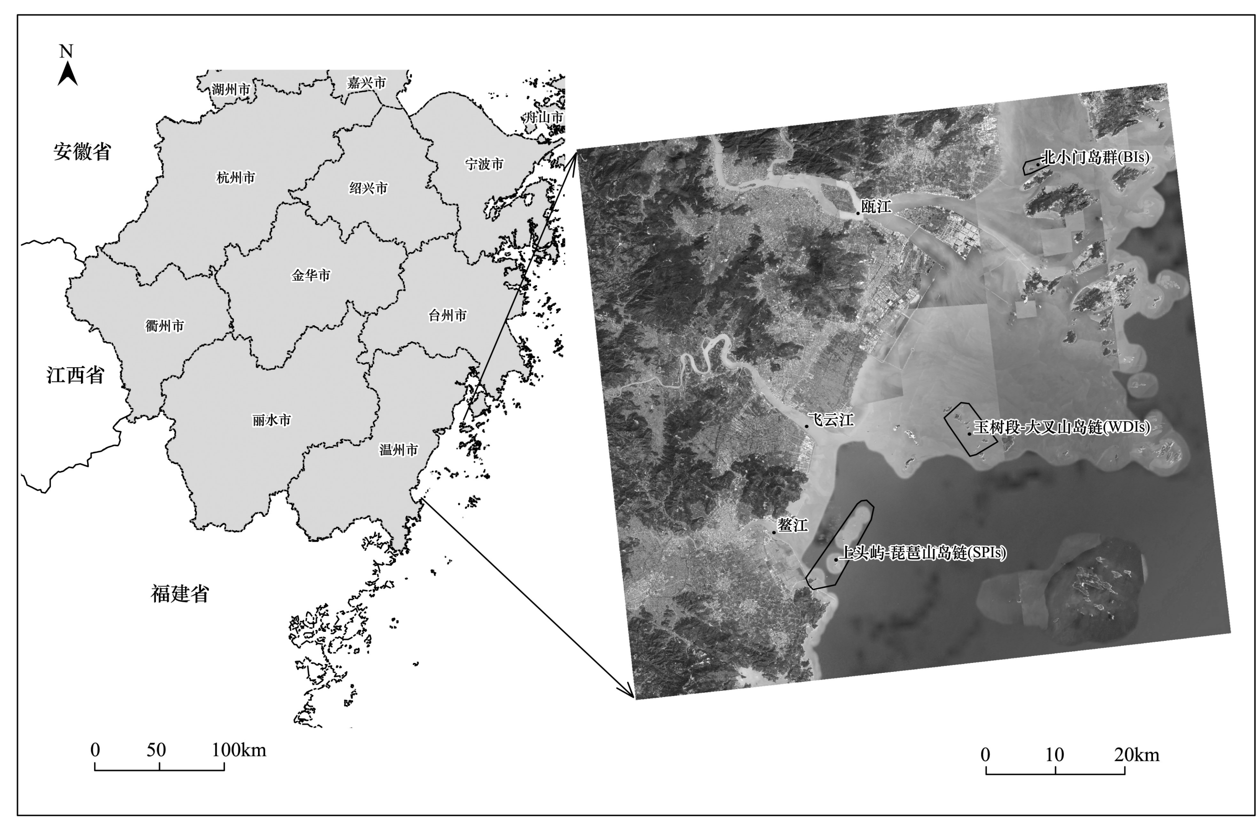


图 1　调查岛屿区域分布图,底图源自于浙江地图网(审图号浙 S(2010)280 号)

Fig.1　Distribution of investigated islands, base map comes from Mapworld Zhejiang (Chart number 浙 S(2010)280)

踏查,调查方式同上。所采集的植物标本于实验室进行鉴定,存疑类群聘请专家鉴定(标本保存于浙江省亚热带作物研究所标本室),完成各岛屿植物名录。

1.2.2　数据处理方法

(1) 岛屿空间特征参数

根据温州市海洋与渔业局提供的海岛资料(表 1),岛屿面积(A)、岸线长度(Per)、离大陆距离(I_m)、岛屿间距离(I_i)、岛屿高程(E)、周长/面积比(PAR)、形状指数(SI)等参数来描述调查的岛屿空间特征,其中 I_m 表示岛屿边缘至大陆的最小直线距离,PAR 为岛屿边缘的相对长度,表征岛屿的边界效应[26]。SI 反映岛屿形状的复杂程度,由公式 $SI=\text{Per}/[2\times(\pi\times A)^{0.5}]$ 计算而得[27],式中 Per 为岛屿岸线长度,A 为岛屿面积。

表 1　调查岛屿的基本信息

Table 1　Summary of basic information of the investigated islands

岛屿名称 Island name	面积 Area /hm^2	生境类型数量 No. of habitats	离大陆距离 Distance to the mainland /km	岸线长度 Perimeter /m	最大高程 Maximum elevation /m	丰富度 Richness
大乌岛	12.7507	5	2.17	2473.81	83.4	94
北小门岛	22.0526	4	5.49	2835.33	76.9	112
乌星岛	7.8188	5	7.15	1207.11	49	96
鸭屿	1.8531	3	5.05	849.62	28.6	74
黄狗盘屿	0.6868	2	5.29	426.35	23.3	17
官财屿	0.6730	2	6.32	458.05	18	73
三星礁	0.3524	2	7	257.4	18	38
小乌星屿	0.2744	2	7.09	216.76	17.3	34
黄泥山屿	0.2065	2	7.16	174.19	12.5	44
大叉山岛	28.1013	3	20.35	3041.05	74.3	106
王树段岛	20.3724	3	16.93	2658.32	57	99
荔枝山岛	11.0613	3	17.54	1656.52	82.9	98
小峙山岛	10.7958	4	21.28	2009.66	59.2	75
小叉山岛	8.9796	3	19.95	1391.28	38	76
王树段儿屿	1.4751	2	16.74	610.42	16.5	76
琵琶山岛	55.2968	5	0.29	4366.68	146	173
东瓜山屿	4.7945	3	4.41	1248.17	34.5	76
上头屿	3.8219	2	7.92	905.24	57.9	57
长腰山屿	3.5250	2	4.69	927.08	20.5	81
外圆山仔屿	0.7323	2	4.5	317.4	16.4	47

(2) 种-面积关系的拟合及模型选择

种-面积关系(SAR)[10]和种-面积-生境关系(Species-area-habitat relationship, SAHR)[28]分别由对数模型 $\log S=c+z\log A$ 和 $\log S=c+z\log(AH)$ 来表述。断点转换非线形估计用来判断是否存在小岛屿效应,模型为 BR-SAR1:$\log S=c+(\log A>T)z(\log A-T)$[13] 和 BR-SAR2:$\log S=(\log A\leqslant T)(c_1+z_1\log A)+(\log A>T)(c_2+z_2\log A)$[29],式中 S 为物种数,A 为面积,H 为生境参数,c、c_1、c_2 为截距,z、z_1、z_2 为斜率,T 为断点值,括号中的逻辑表达式若真取值为 1,若否取值为 0。模型 $\log S=c+z\log(AH)$ 中生境参数 H 分别用 H_n 和 H_d 来表述,H_n 代表岛屿生境类型数目,H_d 代表岛屿生境多样性指数,即 SAH$_n$R:$\log S=c+z\log(AH_n)$,SAH$_d$R:$\log S=c+z\log(AH_d)$。H_d 的计算借助 Shannon-Wiener 多样性指数计算公式 $H=-\sum_{i=1}^{n}P_i\ln P_i$ 来完成[12],式中 P_i 为岛屿中第 i 个生境面积占该海岛调查面积的比例,n 为岛屿的生境类型数目。使用 STATISTICA 10.0 中损失函数(Loss function=(OBS-PRED)^2)模块进行处理,使用拟牛顿法(Quasi-Newton method)进行估计。使用赤池信息量 AIC(Akaike information

criterion)来评估模型复杂性及其拟合状况[30], $AIC = 2k - 2\ln L$, 当模型误差服从正态分布时, $AIC = 2k + n\ln(SSE/n)$;在小样本情形下, $AIC_c = AIC + 2k((k+1)/(n-k-1))$,其中 k 是参数的数量(包括常数项), L 是似然函数(Likelihood), n 为样本数量,SSE 为残差平方和。由上述公式计算得到每个模型的 AIC 后,即可得到 δAIC($\delta AIC = AIC_i - AIC_{min}$),其中 AIC_{min} 为不同模型中最小的 AIC 值。δAIC 可用于判定模型选择的不确定性,当 $\delta AIC < 2$ 时,支持模型选择[30]。借助 δAIC 可计算模型权重 W_i($W_i = e^{(-0.5\delta AIC_i)} / \sum_{r-1}^{R} e^{(-0.5\delta AIC)}$),模型权重代表的是模型反映真实情况的概率,即权重越大,模型越接近真实情况,据此可选择最适模型[30]。

(3) β 多样性指数

采用相似性系数 J_{accard} 指数($C_j = j/(a+b-j)$)计算了不同岛屿间的 β 多样性[31],其中 j 为不同岛屿间共有的物种数目, a 和 b 分别为不同岛屿自身包含的物种数目。采用 STATISTICA 10.0 偏最小二乘回归(Partial least squares,PLS)对岛屿空间特征参数包括岛屿面积、生境类型数量、岸线长度、高程、周长/面积比、形状指数、离大陆距离、岛屿间距离与岛屿间物种相似性指数之间的关系进行了分析,并对影响物种相似度指数的参数的重要性值进行排序。此外,构建包含了岛屿空间特征的多元线性模型,通过逐步回归判定适合草本和木本植物丰富度的模型。数据处理和分析使用 Excel 2007、STATISTICA 10.0 和 SPSS 13.0 完成。

2　结果

2.1　岛屿物种丰富度、种-面积关系拟合及小岛屿效应判别

调查的 20 个小型海岛共记录维管束植物 366 种,隶属于 95 科 242 属,其中蕨类植物 12 科 15 属 18 种(含种下分类单元),裸子植物 1 科 1 属 2 种,被子植物 82 科 226 属 346 种(含种下分类单元)(附录)。366 种维管束植物中木本植物 140 种,草本植物 226 种。岛屿间物种丰富度差异较大,物种最多的岛屿有 173 种,最少的仅有 17 种,物种数 60—100 的岛屿数量最多(55%)。

5 个种-面积关系拟合结果见图 2,断点回归模型 *BR*-SAR2 的相关系数最大,SAR 模型相关系数略低于 SAH_nR 但高于 SAH_dR,断点回归模型 *BR*-SAR1 在调查的岛屿面积取值范围内未出现断点。由于模型的选择基于最小的赤池信息量(AIC_c),模型 SAR、SAH_nR、SAH_dR 的 AIC_c 均低于两种断点回归模型(表 2),其中模型 SAH_nR 最低,即 $\delta AIC = 0$,两种断点回归模型 $\delta AIC > 2$。模型 SAR、SAH_nR1、SAH_dR 权重系数 W_i 均高于断点回归模型,SAH_nR 模型权重系数最大,分别为 SAR、SAH_dR、*BR*-SAR1 和 *BR*-SAR2 的 1.19、2.17、5.80 和 94.08 倍。因此,调查的 20 个小型岛屿植物丰富度不存在小岛效应,SAH_nR 能更好的解释植物丰富度变异情况。由拟合的草本和木本植物 SAH_nR 模型相关系数可知,该模型可解释木本植物丰富度 58%的变异,低于草本植物的 65%;由拟合的曲线可知,木本植物 z 值最大(0.239),草本植物 z 值最小(0.208)(图 2,图 3)。

表 2　基于 20 个小型岛屿维管束植物丰富度拟合的种-面积关系模型非线性回归分析结果

Table 2　Results of the non-linear regression analyses of species-area data of vascular plants in the 20 investigated islands

模型 Model	参数评估 Parameter estimate					模型选择 Model selection				
	c_1	c_2	z_1	z_2	T	k	$\log L$	AIC_c	δAIC	W_i
$\log S = c + z\log A$	1.704	–	0.251	–	–	3	41.648	−75.796	0.351	0.338
$\log S = c + z\log(AH_n)$	1.628	–	0.215	–	–	3	41.823	−76.147	0	0.403
$\log S = c + z\log(AH_d)$	1.674	–	0.220	–	–	3	41.050	−74.601	1.546	0.186
$\log S = c + (\log A > T) z (\log A - T)$	0.415	–	0.251	–	−5.092	4	41.648	−72.629	3.518	0.069
$\log S = (\log A \leqslant T)(c_1 + z_1\log A) + (\log A > T)(c_2 + z_2\log A)$	1.580	1.761	−0.020	0.203	0.100	6	42.759	−67.057	9.089	0.004

2.2　岛屿空间特征对物种丰富度及 β 多样性的影响

岛屿面积、岸线长度、高程、周长/面积比、形状指数和岛屿生境多样性显著影响维管束植物丰富度(表

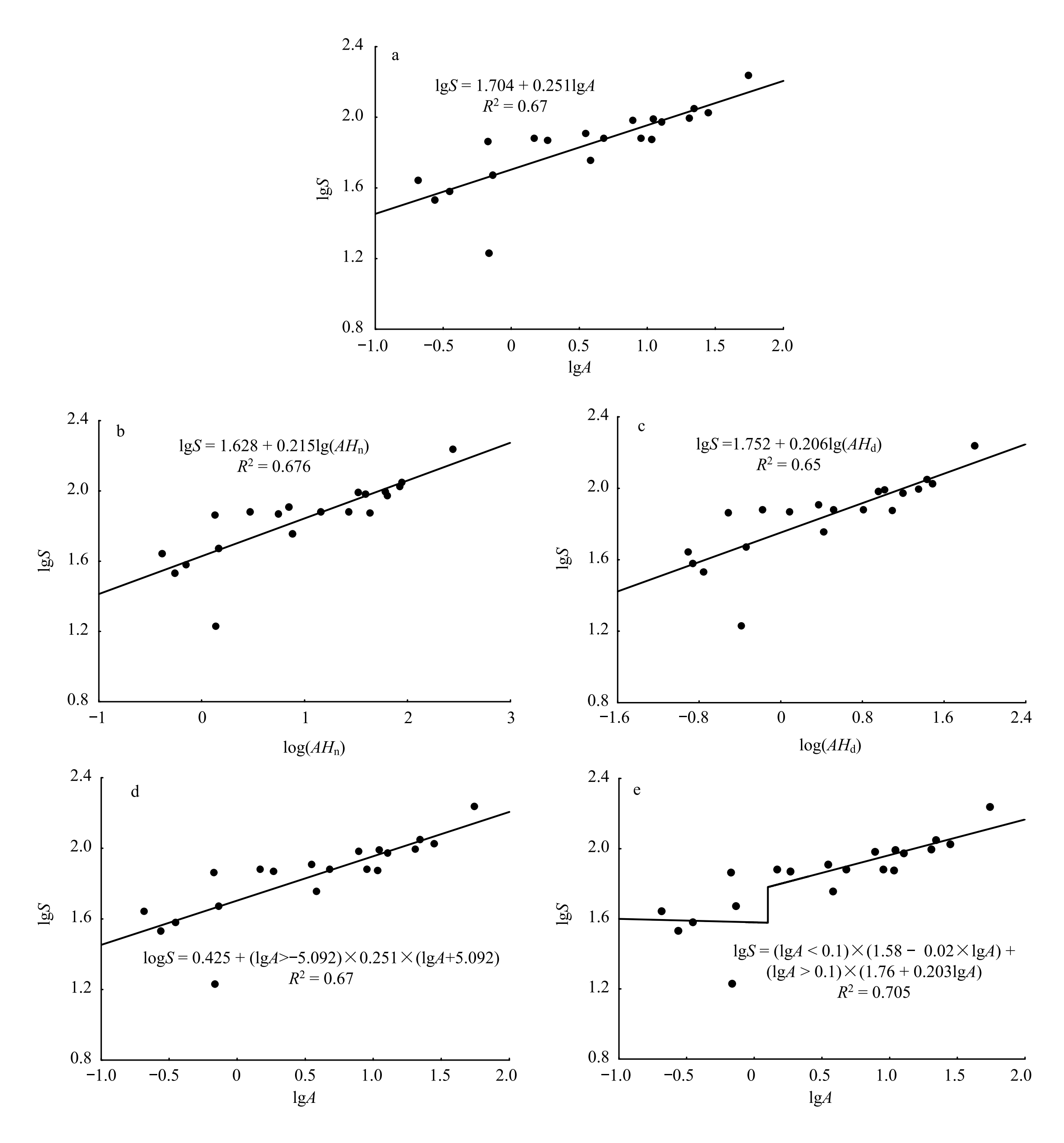


图 2 基于 20 个小型岛屿植物丰富度拟合的种-面积关系模型

Fig.2 The five regression models of species-area relationships for vascular plants on 20 investigated islands

a:种-面积模型 SAR;b:种-面积-生境类型模型 SAH_nR;c:种-面积-生境多样性模型 SAH_dR;d 和 e:断点回归的种-面积关系模型,断点回归种-面积关系模型用以判别是否存在小岛屿效应,R^2 为回归相关系数

3),随着面积的增大、岸线长度和高程的增加,形状越复杂、生境多样性越高的海岛拥有的植物丰富度越高;周长/面积比,即岛屿边缘效应与物种丰富度显著负相关。因 PAR、*SI* 等空间特征参数受岛屿面积的直接影响(附表 1),将 *A* 作为控制变量进行偏相关分析时发现,岸线长度、高程和形状指数对物种丰富度(包括区分木本和草本植物)无显著相关性,而 PAR 仍显著影响总物种丰富度和草本植物丰富度,木本植物与生境多样性显著相关(表 3)。通过逐步回归分析得到的模型分别为:植物总丰富度 $S = 76.714 + 1.696A - 0.046PAR$, $R^2 = 0.839$;木本植物丰富度 $S_{_woody} = 6.525 + 0.455A + 24.544H_d$, $R^2 = 0.697$;草本植物丰富度 $S_{_herbaceous} = 66.899 + 1.285A - 0.04PAR - 23.434H_d$, $R^2 = 0.865$。

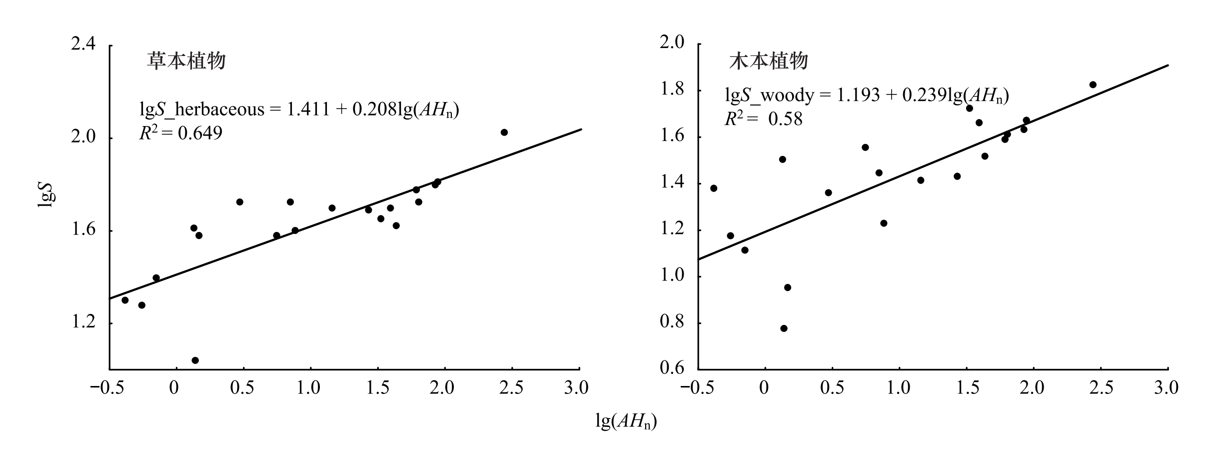


图 3　草本和木本植物的种-面积-生境类型关系模型拟合

Fig.3　The species-area-habitat relationship（SAH_nR）of the herbaceous and woody plants using

表 3　岛屿特征与维管束植物丰富度的相关性分析和偏向关分析

Table 3　Summary of correlation and partial correlation analysis between island characteristics and vascular plant richness

维管束植物丰富度 Vascular plant richness	面积 Area, A /hm^2	离大陆距离 Distance to the mainland, I_m/km	岸线长度 Perimeter, Per/m	岛屿高程 Maximum elevation, E /m	周长/面积比 The perimeter area ratio, PAR / (m/hm^2)	形状指数 Shape index, SI	生境多样性 Habitat diversity, H_d
相关分析 Correlations							
物种总数 Total richness	0.878 **	0.032	0.891 **	0.849 **	−0.756 **	0.54 *	0.787 **
木本植物数 Woody richness	0.784 **	0.070	0.822 **	0.825 **	−0.662 **	0.544 *	0.802 **
草本植物数 Herbaceous richness	0.872 **	−0.001	0.866 **	0.792 **	−0.760 **	0.488 *	0.705 **
偏向关分析 Partial Correlations							
物种总数 Total richness	-	0.037	0.393	0.264	−0.547 *	0.322	0.273
木本植物数 Woody richness	-	0.093	0.397	0.434	−0.350	0.335	0.461 *
草本植物数 Herbaceous richness	-	−0.030	0.260	0.012	−0.557 *	0.203	0.000

* P <0.05; ** P < 0.01

为解释岛屿空间特征参数对岛屿间物种组成的影响,对岛屿间物种多样性相似性指数 C_j进行了计算(附表 2),采用 PLS 迭代计算的 C_j与岛屿空间特征参数关联性结果见图 4,在第一主成分轴上包含 I_m、PAR 和 I_i 3 个参数,其中 C_j与 I_m呈正相关,即岛屿距离大陆越远岛屿物种组成越相似,β 多样性越低;PAR、I_i与 C_j呈负相关,表明岛屿之间相距越远物种组成差异越大,岛屿之间边缘相对长度差异越小物种组成相似性越高,β 多样性越低。在第二主成分轴上 5 个参数均与 C_j呈负相关,即岛屿之间若面积、岸线长度、生境类型、形状复杂程度差异越大,物种组成相似性越低,即 β 多样性越高。C_j与岛屿空间特征的相关分析表明,C_j与 I_m显著正相关,与 PAR 和 I_i显著负相关,与其他参数无显著相关性(表 4)。岛屿空间特征参数对物种相似性指数 C_j重要性值排序依次为:I_m(0.61) > I_i(0.56) > PAR(0.49) > A(0.20) > Per(0.14) > H(0.072) > E(0.065) > SI(0.05)。

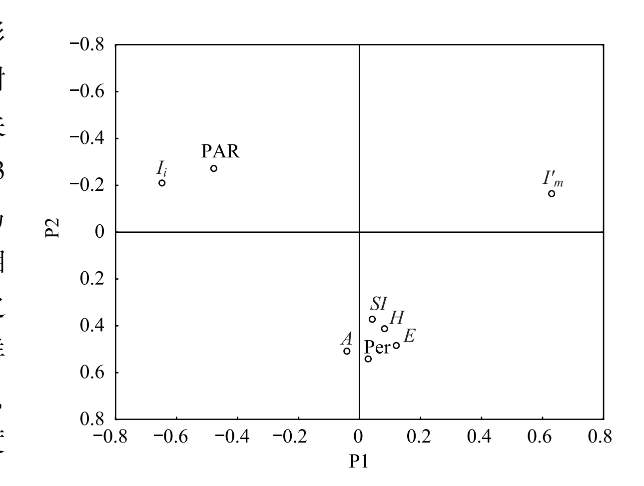


图 4　岛屿空间特征与岛屿物种相似性指数(C_j)关系散点分布图

Fig.4　Scatter plot of the relationship between island characteristics and C_j

δA、δH、δPer、δE、δPAR、δSI、I_i分别表示两个岛屿之间的面积比、生境类型数量比、岸线长度比、最大高程比、周长/面积比的比值、形状指数比、岛屿之间距离;I'_m表示两岛屿的平均离大陆距离

由此可见,岛屿之间的物种组成相似性主要由离大陆距离、岛屿间距离和周长/面积比的变化决定,其他空间特征参数的变化对其无显著影响。PLS 模型中 8 个空间特征参数对岛屿物种组成相似性指数的累计解释仅为 36.08%,其中第一主成分参数对模型的解释贡献为 33.52%。

表 4 物种相似性指数 C_j 与岛屿空间特征参数变化之间的相关性分析

Table 4 Correlation analysis between C_j and among island spatial characteristics of the 20 investigated islands

相似性系数 J_{accard} 指数	δA	δH	δPer	δE	δPAR	δSI	$\bar{I}_m$	I_i
C_j	−0.122	−0.018	−0.073	0.032	−0.330*	−0.018	0.409*	−0.370*

δA、δH、δPer、δE、δPAR、δSI、I_i 分别表示两个岛屿之间的面积比、生境类型数量比、岸线长度比、最大高程比、周长/面积比的比值、形状指数比、岛屿之间距离;$\bar{I}_m$ 表示两岛屿的平均离大陆距离; * P <0.05

3 讨论

3.1 种-面积关系模型选择及小岛屿效应判别

岛屿生物地理学预测,岛屿物种丰富度取决于物种迁入速率和灭绝速率间的动态平衡,迁入速率由隔离度决定,灭绝速率由岛屿面积决定[10]。当岛屿面积足够小,岛屿物种丰富度可能不再受面积的影响,存在小岛屿效应,即存在一个面积阈值,当岛屿面积低于阈值时,某一类或某些生境类型的存在与否是驱动物种丰富度的主要因子[13,32]。采用的两个种-面积关系断点回归模型拟合结果表明,模型 *BR*-SAR1 在调查的岛屿面积取值范围内未出现断点值;模型 *BR*-SAR2 拟合的面积阈值为 1.26 hm^2,其相关系数(R^2=0.705)在 5 个模型中最高,然而其模型权重仅为 0.4%,反映真实情况的概率太低。因此,调查的岛屿植物丰富度不存在小岛屿效应。种-面积-生境类型关系模型 SAHR1 权重(40.26%)高于种-面积关系 SAR(33.79%),表明除面积外,生境在决定物种丰富度过程中也起着重要作用[28],MacArthur 等人[10]也认为若仅用面积来解释物种丰富度时存在缺陷。由于每个生境类型中的物种数也会受面积因素的影响,生境多样性这一参数不仅考虑了生境类型数目,而且考虑了每类生境的面积,从逻辑上讲,种-面积-生境关系中生境因子采用生境多样性应比生境类型数目更能反映出生境在决定物种丰富度中的作用,然而种-面积-生境多样性关系模型权重反而较低(18.59%),这可能是由于生境多样性指数计算过程中使用的每类生境面积仅为调查的面积,而不是岛屿上每类生境的真实面积而产生。因调查的每类生境面积不是等比例的参与到生境多样性指数的计算,导致存在某些生境面积比例的高估或低估现象。因此,在未能获得岛屿上所有生境类型真实面积计算生境多样性指数时,种-面积-生境类型关系模型较种-面积-生境多样性关系模型更能反映真实情况。Triantis 等人[28]在提出种-面积-生境关系模型时也指出,使用生境类型数目即可表达区域生境多样性与物种丰富度之间的关系。

3.2 影响岛屿维管束植物丰富度和岛屿 β 多样性的空间特征参数

在种-面积关系模型中,z 是物种多样性面积效应的体现。相比大陆,岛屿因缺少有效的生物廊道,植物扩散较弱,受面积影响更为强烈,z 值常高于大陆[33-34]。在岛屿种-面积关系研究中,z 值常稳定在 0.2—0.5 之间[35],也有学者认为,z 值常稳定在 0.2—0.3 之间[36];在这 20 个小型海岛中,z 值介于 0.2—0.3 之间,符合“种-面积”关系中理论上的预测值,其中草本植物 z 值低于木本植物,可能是由于木本植物受岛屿面积影响较草本植物更为强烈,其迁移能力较弱,从而导致 z 值较大[34]。值得注意的是,虽然调查的 20 个小型岛屿植物丰富度遵循种-面积关系,主要受岛屿面积的影响,但是其他岛屿空间特征参数也一定程度影响了物种丰富度。在物种丰富度逐步回归分析中区分植物生长型时,生境多样性指数显著影响草本和木本植物丰富度。一般而言,物种多样性依赖于生境的异质性,尤其是在纬度较低地区,生境多样性越高,物种丰富度越高[37]。此外,周长/面积比 PAR 显著影响了物种总丰富度和草本植物丰富度。PAR 是边缘效应的反应,通常在边缘效应带中物种组成和群落结构与相邻的生态系统内部存在较大差异,并且拥有较高的多样性[38-39]。然而,在该研究中 PAR 越大,物种丰富度越低,这似乎和边缘效应作用通常使得边缘生境生物多样性增高的结果相矛盾。实际上,该处计算 PAR 代表的不是不同生境群落交错带,真正体现的是小型岛屿沿岸带岩石裸露区所占

岛屿面积的大小,这就不难理解为何 PAR 越大,岛屿物种丰富度就越低。因此,采用相同的研究方法解释物种多样性时,因对象的不同,参数代表的生态学涵义也存在差别。

除面积外,隔离程度也是决定岛屿物种丰富度的主要因子之一[10]。该研究使用了离大陆距离 I_m 和岛屿间距离 I_i 作为隔离度衡量参数,调查的 20 个小型海岛物种丰富度与 I_m 之间不存在显著相关性,可能的原因在于岛屿植物的迁入不存在扩散限制,因这 20 个无居民小型海岛中有 14 个距离大陆 10 km 以内,岛屿距离大陆较近,这种较小的隔离度不足以限制绝大多数物种的扩散[40]。在热带森林也有类似结果,如在波多黎各东北部的木本植物多样性研究中也表明,森林斑块相距越近,群落物种组成相似度越高,一些植物种子扩散尺度常限制在 10 km 之内[41]。但是,这并不能证明隔离度对岛屿植物丰富度没有影响,因为岛屿之间 β 多样性数据分析表明,隔离度(包括 I_m 和 I_i)是 8 个空间特征参数中对岛屿物种相似性指数影响最大的指标,其中 I_m 重要性排序高于 I_i,但二者的生态含义不同,离大陆距离越近岛屿物种相似性指数越大,岛屿间距离越小物种相似性指数越高。有学者对千岛湖维管束植物 β 多样性的研究也发现,岛屿距离大陆最小距离与其他空间参数一起共同决定岛屿植物 β 多样性[42]。然而,这也不能真正意义上解释为离大陆距离对物种丰富度的贡献一定强于岛屿间距离,因调查的岛屿周围存在更大的岛屿,能够为这些小型岛屿提供物种扩散来源,由于缺乏这些大型岛屿物种数据,不能量化其生态影响。因此,若回答隔离度(包括离大陆距离和岛屿间距离)在近岸的岛屿物种丰富度中扮演的作用值得深入研究。以至于有学者提出,岛屿物种距离效应的评估是相当困难的,而且其分析结果也常常具有不确定性[43]。

4　结论

温州沿海小型无居民海岛植物类群以草本为绝对优势,岛屿物种丰富度遵循种-面积关系,不存在小岛屿效应。岛屿物种丰富度主要受面积的影响,但岛屿其他空间参数,尤其是考虑植物生长型时,岛屿生境多样性指数和岛屿边缘效应对物种丰富度具有显著影响。对小型海岛而言,全面分析海岛空间特征参数的作用有助于深入理解种-面积关系格局和植物多样性驱动机制。

致谢:温州海洋与渔业局、国家海洋局温州海洋监测站提供海岛基础数据信息,并在野外调查用船给予帮助;密歇根州立大学陈吉泉教授帮助写作,特此致谢。

参考文献(References):

[1] Gleason H A. On the relation between species and area. Ecology, 1922, 3(2): 158-162.

[2] Lomolino M V. Ecology's most general, yet protean pattern: the species-area relationship. Journal of Biogeography, 2000, 27(1): 17-26.

[3] Desmet P, Cowling R. Using the species-area relationship to set baseline targets for conservation. Ecology and Society, 2004, 9(2): 301-303.

[4] Murakami M, Hirao T, Loyola R. Lizard predation alters the effect of habitat area on the species richness of insect assemblages on Bahamian isles. Diversity and Distributions, 2010, 16(6): 952-958.

[5] Rybicki J, Hanski I. Species-area relationships and extinctions caused by habitat loss and fragmentation. Ecology Letters, 2013, 16(S1): 27-38.

[6] Gravel D, Canham C D, Beaudet M, Messier C. Reconciling niche and neutrality: the continuum hypothesis. Ecology Letters, 2006, 9(4): 399-409.

[7] Hubbell S P. Neutral theory and the evolution of ecological equivalence. Ecology, 2006, 87(6): 1387-1398.

[8] Wilson J B, Gitay H. Limitations to species coexistence: evidence for competition from field observations, using a patch model. Journal of Vegetation Science, 1995, 6(3): 369-376.

[9] Webb C O, Ackerly D D, McPeek M A, Donoghue M J. Phylogenies and community ecology. Annual Review of Ecology and Systematics, 2002, 33: 475-505.

[10] MacArthur R H, Wilson E O. The Theory of Island Biogeography. Princeton: Princeton University Press, 1967: 8-18.

[11] Morrison L W. Why do some small islands lack vegetation? Evidence from long-term introduction experiments. Ecography, 2011, 34(3): 384-391.

[12] Triantis K A, Vardinoyannis K, Tsolaki E P, Botsaris I, Lika K, Mylonas M. Re-approaching the small island effect. Journal of Biogeography, 2006, 33(5): 914-923.

[13] Lomolino M V, Weiser M D. Towards a more general species-area relationship: diversity on all islands, great and small. Journal of Biogeography, 2001, 28(4): 431-445.

[14] Burns K C, McHardy R P, Pledger S. The small-island effect: fact or artefact? Ecography, 2009, 32(2): 269-276.

[15] Qie L, Lee T M, Sodhi N S, Lim S L H. Dung beetle assemblages on tropical land-bridge islands: small island effect and vulnerable species. Journal of Biogeography, 2011, 38(4): 792-804.

[16] 赵庆洋, 鲍毅新, 孙波, 张龙龙, 胡知渊. 千岛湖岛屿小型兽类群落的多样性. 兽类学报, 2009, 29(4): 406-412.

[17] Wang Y P, Zhang M, Wang S Y, Ding Z F, Zhang J C, Sun J J, Li P, Ding P. No evidence for the small-island effect in avian communities on islands of an inundated lake. Oikos, 2012, 121(12): 1945-1952.

[18] Chave J. Neutral theory and community ecology. Ecology Letters, 2004, 7(3): 241-253.

[19] Wang X G, Wiegand T, Wolf A, Howe R, Davies S J, Hao Z Q. Spatial patterns of tree species richness in two temperate forests. Journal of Ecology, 2011, 99(6): 1382-1393.

[20] Qian H. Global comparisons of beta diversity among mammals, birds, reptiles, and amphibians across spatial scales and taxonomic ranks. Journal of Systematics and Evolution, 2009, 47(5): 509-514.

[21] Qian H, Ricklefs R E, White P S. Beta diversity of angiosperms in temperate floras of eastern Asia and eastern North America. Ecology Letters, 2005, 8(1): 15-22.

[22] Honnay O, Endels P, Vereecken H, Hermy M. The role of patch area and habitat diversity in explaining native plant species richness in disturbed suburban forest patches in northern Belgium. Diversity and Distributions, 1999, 5(4): 129-141.

[23] Morrison L W. Determinants of plant species richness on small Bahamian islands. Journal of Biogeography, 2002, 29(7): 931-941.

[24] 施建敏, 马克明, 赵景柱, 王继丰. 三江平原残存湿地斑块特征及其对物种多样性的影响. 生态学报, 2010, 30(24): 6683-6690.

[25] 朱康对. 无居民海岛历史遗留产权问题的处置——以温州无居民海岛为例. 中共浙江省委党校学报, 2013, (3): 10-15.

[26] Wu J G. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations. Landscape Ecology, 2004, 19(2): 125-138.

[27] Hoffmeister T S, Vet L E M, Biere A, Holsinger K, Filser J. Ecological and evolutionary consequences of biological invasion and habitat fragmentation. Ecosystems, 2005, 8(6): 657-667.

[28] Triantis K A, Mylonas M, Lika K, Vardinoyannis K. A model for the species-area-habitat relationship. Journal of Biogeography, 2003, 30(1): 19-27.

[29] Gentile G, Argano R. Island biogeography of the Mediterranean sea: the species-area relationship for terrestrial isopods. Journal of Biogeography, 2005, 32(10): 1715-1726.

[30] Burnham K P, Anderson D R. Model Selection and Multimodel Inference: a Practical Information-Theoretic Approach. 2nd ed. New York: Springer, 2002: 60-80.

[31] Whittaker R H. Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 1972, 21(2/3): 213-251.

[32] Whitehead D R, Jones C E. Small islands and the equilibrium theory of insular biogeography. Evolution, 1969, 23(1): 171-179.

[33] Drakare S, Lennon J J, Hillebrand H. The imprint of the geographical, evolutionary and ecological context on species-area relationships. Ecology Letters, 2006, 9(2): 215-227.

[34] Kreft H, Jetz W, Mutke J, Kier G, Barthlott W. Global diversity of island floras from a macroecological perspective. Ecology Letters, 2008, 11(2): 116-127.

[35] Fridley J D, Peet R K, Wentworth T R, White P S. Connecting fine-and broad-scale species-area relationships of southeastern U.S. flora. Ecology, 2005, 86(5): 1172-1177.

[36] May R M, Stumpf M P H. Species-area relations in tropical forests. Science, 2000, 290(5499): 2084-2086.

[37] Kerr J T, Packer L. Habitat heterogeneity as a determinant of mammal species richness in high-energy regions. Nature, 1997, 385(6613): 252-254.

[38] 苏晓飞, 袁金凤, 胡广, 徐高福, 于明坚. 千岛湖陆桥岛屿植物群落结构的边缘效应. 应用生态学报, 2014, 25(1): 77-84.

[39] Alignier A, Alard D, Chevalier R, Corcket E. Can contrast between forest and adjacent open habitat explain the edge effects on plant diversity? Acta Botanica Gallica: Botany Letters, 2014, 161(3): 253-259.

[40] He F L, Legendre P. Species diversity patterns derived from species-area models. Ecology, 2002, 83(5): 1185-1198.

[41] Galanes I T, Thomlinson J R. Relationships between spatial configuration of tropical forest patches and woody plant diversity in northeastern Puerto Rico. Plant Ecology, 2009, 201(1): 101-113.

[42] 彭思羿, 胡广, 于明坚. 千岛湖岛屿维管植物β多样性及其影响因素. 生态学报, 2014, 34(14): 3866-3872.

[43] Whittaker R J, Fernández-Palacios J M. Island Biogeography: Ecology, Evolution, and Conservation. 2nd ed. Oxford, New York: Oxford University Press, 2007: 83-87.

附表 1　调查的 20 个岛屿空间特征参数之间的相关分析

Attached table 1　Pearson correlation coefficients among island spatial characteristics of the 20 investigated islands

	面积 A/hm^2	离大陆距离 I_m/km	岸线长度 Per/m	最大高程 E/m	周长/面积比 PAR/(m/hm^2)
离大陆距离 I_m/km	0.016				
岸线长度 Per /m	0.945**	0.12			
最大高程 E /m	0.906**	0.002	0.921**		
周长/面积比 PAR/(m/hm^2)	−0.629**	−0.3	−0.775**	−0.719**	
形状指数 SI	0.46*	0.019	0.651**	0.533*	−0.469*

* P <0.05; ** P < 0.01

附表 2　调查的 20 个岛屿之间的物种组成相似性指数

Attched table 2　Similarity index between the 20 investigated islands

岛屿 Islands	DW	BXM	WX	YY	HGP	GC	SX	XWX	HNS	DCS	WSD	LZ	XZS	XCS	WSDE	PB	DGS	STY	CYS
DW	1.00																		
BXM	0.28	1.00																	
WX	0.24	0.38	1.00																
YY	0.20	0.28	0.31	1.00															
HGP	0.05	0.10	0.10	0.08	1.00														
GC	0.14	0.24	0.20	0.28	0.11	1.00													
SX	0.16	0.24	0.29	0.20	0.12	0.16	1.00												
XWX	0.17	0.23	0.23	0.29	0.16	0.18	0.29	1.00											
HNS	0.13	0.17	0.16	0.28	0.13	0.21	0.30	0.30	1.00										
DCS	0.18	0.27	0.25	0.18	0.08	0.23	0.22	0.17	0.19	1.00									
WSD	0.16	0.30	0.27	0.18	0.08	0.23	0.19	0.18	0.18	0.40	1.00								
LZ	0.21	0.31	0.24	0.28	0.07	0.24	0.20	0.18	0.18	0.34	0.37	1.00							
XZS	0.18	0.26	0.23	0.19	0.07	0.21	0.23	0.17	0.18	0.51	0.34	0.36	1.00						
XCS	0.15	0.28	0.22	0.20	0.11	0.23	0.23	0.18	0.20	0.48	0.37	0.35	0.61	1.00					
WSDE	0.14	0.24	0.31	0.23	0.07	0.21	0.25	0.17	0.20	0.40	0.41	0.32	0.40	0.43	1.00				
PB	0.22	0.33	0.33	0.24	0.04	0.27	0.13	0.12	0.14	0.27	0.29	0.32	0.25	0.25	0.23	1.00			
DGS	0.17	0.28	0.24	0.23	0.11	0.23	0.21	0.24	0.25	0.31	0.31	0.26	0.36	0.37	0.29	0.27	1.00		
STY	0.16	0.19	0.24	0.20	0.09	0.21	0.25	0.23	0.23	0.25	0.28	0.23	0.28	0.27	0.29	0.24	0.41	1.00	
CYS	0.21	0.28	0.26	0.22	0.09	0.26	0.23	0.19	0.25	0.31	0.29	0.29	0.32	0.34	0.33	0.30	0.45	0.45	1.00
WYS	0.10	0.20	0.21	0.20	0.14	0.18	0.27	0.21	0.23	0.23	0.18	0.19	0.27	0.31	0.29	0.13	0.29	0.28	0.35

DW:大乌岛;BXM:北小门岛;WX:乌星岛;YY:鸭屿岛;HGP:黄狗盘屿;GC:官财屿;SX:三星礁;XWX:小乌星屿;HNS:黄泥山屿;DCS:大叉山;WSD:王树段岛;LZ:荔枝岛;XZS:小峙山;XCS:小叉山;WSDE:王树段儿屿;PB:琵琶山;DGS:冬瓜山屿;STY:上头屿;CYS:长腰山;WYS:外圆山仔屿

附录

蕨类植物(采用秦仁昌 1978 年系统):

1. 石松科 Lycopodiaceae

石松属 *Lycopodium* Linn.

石松 *Lycopodium japonicum* Thunb.

2. 里白科 Gleicheniaceae

芒萁属 *Dicranopteris* Bernh.

芒萁 *Dicranopteris pedata* (Houtt.) Nakaike

3. 海金沙科 Lygodiaceae

海金沙属 *Lygodium* Sw.

海金沙 *Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw.

狭叶海金沙 *Lygodium microstachyum* Desv.

4. 鳞始蕨科 Lindsaeaceae

鳞始蕨属 *Lindsaea* Dry.

团叶鳞始蕨 *Lindsaea orbiculata* (Lam.) Mett. ex Kunhn

乌蕨属 *Sphenomeris* Maxon

阔片乌蕨 *Sphenomeris biflora* (Kaulf.) Tagawa

5. 蕨科 Pteridiaceae

蕨属 *Pteridium* Scop.

蕨(变种) *Pteridium aquilinum* (Linn.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw.

6. 凤尾蕨科 Pteridaceae

凤尾蕨属 *Pteris* Linn.

刺齿凤尾蕨 *Pteris dispar* Kunze

井栏边草 *Pteris multifida* Poir.

7. 中国蕨科 Sinopteridaceae

金粉蕨属 *Onychium* Kaulf.

野雉尾 *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze

8. 铁线蕨科 Adiantaceae
铁线蕨属 *Adiantum* Linn.
扇叶铁线蕨 *Adiantum flabellulatum* Linn.
9. 金星蕨科 Thelypteridaceae
毛蕨属 *Cyclosorus* Link
华南毛蕨 *Cyclosorus parasiticus* (Linn.) Farwell
金星蕨属 *Parathelypteris* Ching
金星蕨 *Parathelypteris glanduligera* (Kunze) Ching
10. 鳞毛蕨科 Dryopteridaceae
贯众属 *Cyrtomium* C. Presl
全缘贯众 *Cyrtomium falcatum* (Linn. f.) C. Presl
耳蕨属 *Polystichum* Roth
黑鳞耳蕨 *Polystichum makinoi* (Tagawa) Tagawa
对马耳蕨 *Polystichum tsus-simense* (Hook.) J. Smith
11. 肾蕨科 Nephrolepidaceae
肾蕨属 *Nephrolepis* Schott
肾蕨 *Nephrolepis cordifolia* (Linn.) C. Presl
12. 骨碎补科 Davalliaceae
阴石蕨属 *Humata* Cav.
圆盖阴石蕨 *Humata griffithiana* (Hook.) C. Chr.

裸子植物(采用郑万钧系统):
1. 松科 Pinaceae
松属 *Pinus* Linn.
马尾松 *Pinus massoniana* Lamb.
黑松 *Pinus thunbergii* Parl.

被子植物(采用恩格勒系统,科内属、种排序按照首写字母顺序):
1. 木麻黄科 Casuarinaceae
木麻黄属 *Casuarina* Adans.
木麻黄 *Casuarina equisetifolia* Forst.
2. 胡桃科 Juglandaceae
化香树属 *Platycarya* Sieb. et Zucc.
化香树 *Platycarya strobilacea* Sieb. et Zucc.
3. 壳斗科 Fagaceae
青冈属 *Cyclobalanopsis* Oerst.
青冈栎 *Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.
4. 榆科 Ulmaceae
朴属 *Celtis* Linn.
朴树 *Celtis sinensis* Pers.
榆属 *Ulmus* Linn.
榔榆 *Ulmus parvifolia* Jacq.
5. 桑科 Moraceae
榕属 *Ficus* Linn.
天仙果 *Ficus erecta* Thunb.
薜荔 *Ficus pumila* Linn.
爱玉子(变种) *Ficus pumila* (Linn.) var. *awkeotsang* (Makino) Corner
珍珠莲(变种) *Ficus sarmentosa* Buch.-Ham. ex Smith var. *henryi* (King ex Oliv.) Corner
笔管榕 *Ficus subpisocarpa* Gagnep.
葎草属 *Humulus* Linn.
葎草 *Humulus scandens* (Lour.) Merr.
柘属 *Maclura* Nutt.
构棘 *Maclura cochinchinensis* (Lour.) Corner
柘 *Maclura tricuspidata* Carr.
6. 荨麻科 Urticaceae
苎麻属 *Boehmeria* Jacq.
海岛苎麻 *Boehmeria formosana* Hayata
苎麻 *Boehmeria nivea* (Linn.) Gaud.
青叶苎麻(变种) *Boehmeria nivea* (Linn.) Gaud. var. *tenacissima* (Gaud.) Miq.
糯米团属 *Gonostegia* Turcz.
糯米团 *Gonostegia hirta* (Bl.) Miq.
冷水花属 *Pilea* Lindl.
波缘冷水花 *Pilea cavaleriei* Levl.
7. 蓼科 Polygonaceae
蓼属 *Polygonum* Linn.
火炭母 *Polygonum chinense* Linn.
酸模叶蓼 *Polygonum lapathifolium* Linn.
长鬃蓼 *Polygonum longisetum* De Br.
何首乌 *Polygonum multiflorum* Thunb.
刺蓼 *Polygonum senticosum* (Meisn.) Franch. et Sav.
酸模属 *Rumex* Linn.
酸模 *Rumex acetosa* Linn.
羊蹄 *Rumex japonicus* Houtt.
8. 藜科 Chenopodiaceae
藜属 *Chenopodium* Linn.
狭叶尖头叶藜(亚种) *Chenopodium acuminatum* Willd. subsp. *virgatum* (Thunb.) Kitam.
藜 *Chenopodium album* Linn.
刺藜属 *Dysphania* R. Br.
土荆芥 *Dysphania ambrosioides* (Linn.) Mosyakin et Clemants
碱蓬属 *Suaeda* Forsk. ex Scop.
盐地碱蓬 *Suaeda salsa* (Linn.) Pall.
9. 苋科 Amaranthaceae
牛膝属 *Achyranthes* Linn.
土牛膝 *Achyranthes aspera* Linn.
莲子草属 *Alternanthera* Forsk.
喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.
莲子草 *Alternanthera sessilis* (Linn.) DC.
苋属 *Amaranthus* Linn.
凹头苋 *Amaranthus blitum* Linn.
10. 商陆科 Phytolaccaceae
商陆属 *Phytolacca* Linn.
垂序商陆 *Phytolacca americana* Linn.
11. 番杏科 Aizoaceae
番杏属 *Tetragonia* Linn.
番杏 *Tetragonia tetragonioides* (Pall.) Kuntze
12. 石竹科 Caryophyllaceae
漆姑草属 *Sagina* Linn.
漆姑草 *Sagina japonica* (Sw.) Ohwi
蝇子草属 *Silene* Linn.
女娄菜 *Silene aprica* Turcz. ex Fisch. et Mey.
蝇子草 *Silene fortunei* Vis.

13. 毛茛科 Ranunculaceae
铁线莲属 *Clematis* Linn.
柱果铁线莲 *Clematis uncinata* Champ. ex Benth.
毛茛属 *Ranunculus* Linn.
毛茛 *Ranunculus japonicus* Thunb.
14. 防己科 Menispermaceae
木防己属 *Cocculus* DC.
木防己 *Cocculus orbiculatus* (Linn.) DC.
千金藤属 *Stephania* Lour.
千金藤 *Stephania japonica* (Thunb.) Miers
15. 樟科 Lauraceae
樟属 *Cinnamomum* Trew
樟 *Cinnamomum camphora* (Linn.) Presl
16. 罂粟科 Papaveraceae
紫堇属 *Corydalis* DC.
异果黄堇 *Corydalis heterocarpa* Sieb. et Zucc.
17. 十字花科 Cruciferae
臭荠属 *Coronopus* J. G. Zinn
臭荠 *Coronopus didymus* (Linn.) Smith
萝卜属 *Raphanus* Linn.
蓝花子(变种) *Raphanus sativus* Linn. var. *raphanistroides* (Makino) Makino
18. 茅膏菜科 Droseraceae
茅膏菜属 *Drosera* Linn.
茅膏菜 *Drosera peltata* Smith ex Willd.
19. 景天科 Crassulaceae
瓦松属 *Orostachys* (DC.) Fisch.
晚红瓦松 *Orostachys japonica* A. Berger
景天属 *Sedum* Linn.
东南景天 *Sedum alfredii* Hance
圆叶景天 *Sedum makinoi* Maxim.
20. 海桐花科 Pittosporaceae
海桐花属 *Pittosporum* Banks
海桐 *Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait.
21. 金缕梅科 Hamamelidaceae
枫香树属 *Liquidambar* Linn.
枫香 *Liquidambar formosana* Hance
檵木属 *Loropetalum* R. Br.
檵木 *Loropetalum chinesis* (R. Br.) Oliv.
22. 蔷薇科 Rosaceae
樱属 *Cerasus* Mill.
毛柱郁李 *Cerasus pogonostyla* (Maxim.) Yü et Li
山楂属 *Crataegus* Linn.
野山楂 *Crataegus cuneata* Sieb. et Zucc.
委陵菜属 *Potentilla* Linn.
翻白草 *Potentilla discolor* Bge.
莓叶萎陵菜 *Potentilla fragarioides* Linn.
石斑木属 *Rhaphiolepis* Lindl.
石斑木 *Rhaphiolepis indica* (Linn.) Lindl. ex Ker
厚叶石斑木 *Rhaphiolepis umbellate* (Thunb.) Makino
蔷薇属 *Rosa* Linn.
硕苞蔷薇 *Rosa bracteata* Wendl.
小果蔷薇 *Rosa cymosa* Tratt.
软条七蔷薇 *Rosa henryi* Bouleng.
金樱子 *Rosa laevigata* Michx.
野蔷薇 *Rosa multiflora* Thunb.
光叶蔷薇 *Rosa wichuraiana* Crep.
悬钩子属 *Rubus* Linn.
山莓 *Rubus corchorifolius* Linn. f.
插田泡 *Rubus coreanus* Miq.
蓬蘽 *Rubus hirsutus* Thunb.
茅莓 *Rubus parvifolius* Linn.
空心泡 *Rubus rosaefolius* Smith
三花悬钩子 *Rubus trianthus* Focke
23. 豆科 Leguminosae
合欢属 Albizia Durazz.
山合欢 *Albizia kalkora* (Roxb.) Prain
土圞儿属 *Apios* Fabr.
土圞儿 *Apios fortunei* Maxim.
猴耳环属 *Archidendron* F. Muell.
亮叶猴耳环 *Archidendron lucidum* (Benth.) Nielsen
羊蹄甲属 *Bauhinia* Linn.
龙须藤 *Bauhinia championii* (Benth.) Benth.
鸡血藤属 *Callerya* Endl.
网络鸡血藤 *Callerya reticulate* (Benth.) Schot
杭子梢属 *Canphylotropis* Bge.
杭子梢 *Campylotropis macrocarpa* (Bge.) Rehd.
刀豆属 *Canavalia* DC.
海刀豆 *Canavalia rosea* (Swartz) DC.
山蚂蝗属 *Desmodium* Desv.
假地豆 *Desmodium heterocarpon* (Linn.) DC.
木蓝属 *Indigofera* Linn.
马棘 *Indigofera pseudotinctoria* Matsum.
鸡眼草属 *Kummerowia* Schindl.
鸡眼草 *Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl.
胡枝子属 *Lespedeza* Michx.
胡枝子 *Lespedeza bicolor* Turcz.
中华胡枝子 *Lespedeza chinensis* G. Don.
截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata* (Dum.-Cours.) G. Don
美丽胡枝子(亚种) *Lespedeza thunbergii* (DC.) Nakai subsp. formosa (Vog.) H. Ohashi
铁马鞭 *Lespedeza pilosa* (Thunb.) Sieb. et Zucc.
细梗胡枝子 *Lespedeza virgata* (Thunb.) DC.
草木樨属 *Melilotus* Mill.
草木樨 *Melilotus officinalis* (Linn.) Lam.
葛属 *Pueraria* DC.
葛 *Pueraria montana* (Lour.) Merr.
三裂叶野葛 *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.
鹿藿属 *Rhynchosia* Lour.
鹿藿 *Rhynchosia volubilis* Lour.
田菁属 *Sesbania* Scop.
田菁 *Sesbania cannabina* (Retz.) Poir.
紫藤属 *Wisteria* Nutt.
紫藤 *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet

24. 酢浆草科 Oxalidaceae
酢酱草属 *Oxalis* Linn.
酢浆草 *Oxalis corniculata* Linn.
25. 芸香科 Rutaceae
四数花属 *Tetradium* Lour.
吴茱萸 *Tetradium ruticarpum* (A. Juss.) T. G. Hartley
楝叶吴萸 *Tetradium glabrifolium* (Champ. ex Benth.) T. G. Hartley
花椒属 *Zanthoxylum* Linn.
两面针 *Zanthoxylum nitidum* (Roxb.) DC.
野花椒 *Zanthoxylum simulans* Hance
26. 楝科 Meliaceae
楝属 *Melia* Linn.
苦楝树 *Melia azedarach* Linn.
27. 远志科 Polygalaceae
远志属 *Polygala* Linn.
狭叶香港远志(变种) *Polygala hongkongensis* Hemsl. var. *stenophylla* (Hayata) Migo
瓜子金 *Polygala japonica* Houtt.
28. 大戟科 Euphorbiaceae
铁苋菜属 *Acalypha* Linn.
铁苋菜 *Acalypha australis* Linn.
黑面神属 *Breynia* J. R. et G. Forst.
喙果黑面神 *Breynia rostrata* Merr.
大戟属 *Euphorbia* Linn.
狼毒大戟 *Euphorbia jolkinii* Boiss.
算盘子属 *Glochidion* T. R. et G. Forst.
倒卵叶算盘子 *Glochidion obovatum* Sieb. et Zucc.
算盘子 *Glochidion puberum* (Linn.) Hutch.
野桐属 *Mallotus* Lour.
野梧桐 *Mallotus japonicus* (Thunb.) Muell.-Arg.
杠香藤(变种) *Mallotus repandus* (Willd.) Muell.-Arg. var. *cbrysocarpus* (Pamp) S. M. Hwang
叶下珠属 *Phyllanthus* Linn.
叶下珠 *Phyllanthus urinaria* Linn.
乌桕属 *Triadica* Linn.
乌桕 *Triadica sebifera* (Linn.) Small
29. 虎皮楠科 Daphniphyllaceae
虎皮楠属 *Daphniphyllum* Bl.
虎皮楠 *Daphniphyllum oldhami* (Hemsl.) Rosenth.
30. 水马齿科 Callitrichaceae
水马齿属 *Callitriche* Linn.
沼生水马齿 *Callitriche palustris* Linn.
31. 漆树科 Anacardiaceae
盐麸木属 *Rhus* Linn.
盐肤木 *Rhus chinensis* Mill.
漆属 *Toxicodendron* (Tourn.) Mill.
野漆 *Toxicodendron succedaneum* (Linn.) O. Kuntze
木蜡树 *Toxicodendron sylvestre* (Sieb. et Zucc.) O. Kuntze
32. 冬青科 Aquifoliaceae
冬青属 *Ilex* Linn.
全缘冬青 *Ilex integra* Thunb.
铁冬青 *Ilex rotunda* Thunb.
33. 卫矛科 Celastraceae
南蛇藤属 *Celastrus* Linn.
过山枫 *Celastrus aculeatus* Merr.
短梗南蛇藤 *Celastrus rosthornianus* Loes.
卫矛属 *Euonymus* Linn.
冬青卫矛 *Euonymus japonicus* Thunb.
海岸卫矛 *Euonymus tanakae* Maxim.
裸实属 Gymnosporia (Wight et Arn.) Benth. et Hook. f.
变叶裸实 *Gymnosporia diversifolia* Maxim.
34. 省沽油科 Staphyleaceae
野鸦椿属 *Euscaphis* Sieb. et Zucc.
野鸦椿 *Euscaphis japonica* (Thunb.) Kanitz
35. 鼠李科 Rhamnaceae
鼠李属 *Rhamnus* Linn.
长叶冻绿 *Rhamnus crenata* Sieb. et Zucc.
雀梅藤属 *Sageretia* Brongn.
雀梅藤 *Sageretia thea* (Osbeck) Johnst.
36. 葡萄科 Vitaceae
蛇葡萄属 *Ampelopsis* Michaux
三裂蛇葡萄 *Ampelopsis delavayana* Planch. ex Franch.
蛇葡萄 *Ampelopsis glandulosa* (Wall.) Momiyama
异叶蛇葡萄(变种) var. *heterophylla* (Thunb.) Momiyama
牯岭蛇葡萄(变种) var. *kulingensis* (Rehd.) Momiyama
葎叶蛇葡萄 *Ampelopsis humulifolia* Bge.
地锦属 *Parthenocissus* Planch.
爬山虎 *Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Planch.
葡萄属 *Vitis* Linn.
蘡薁 *Vitis bryoniifolia* Bge.
小叶葡萄 *Vitis sinocinerea* W. T. Wang
37. 椴树科 Tiliaceae
田麻属 *Corchoropsis* Sieb. et Zucc.
田麻 *Corchoropsis tomentosa* (Thunb.) Makino
扁担杆属 *Grewia* Linn.
扁担杆 *Grewia biloba* G. Don
38. 锦葵科 Malvaceae
黄花稔属 *Sida* Linn.
桤叶黄花稔 *Sida alnifolia* Linn.
39. 山茶科 Theaceae
柃木属 *Eurya* Thunb.
滨柃 *Eurya emarginata* (Thunb.) Makino
柃木 *Eurya japonica* Thunb.
40. 藤黄科 Guttiferae
金丝桃属 *Hypericum* Linn.
地耳草 *Hypericum japonicum* Thunb. ex Murr.
密腺小连翘 *Hypericum seniavinii* Maxim.
41. 堇菜科 Violaceae
堇菜属 Viola Linn.
戟叶堇菜 *Viola betonicifolia* Smith
紫花堇菜 *Viola grypoceras* A. Gray
长萼堇菜 *Viola inconspicua* Bl.
42. 大风子科 Flacourtiaceae
柞木属 *Xylosma* G. Forst.

柞木 *Xylosma congesta* (Lour.) Merr.
43. 瑞香科 Thymelaeaceae
荛花属 *Wikstroemia* Endl.
南岭荛花 *Wikstroemia indica* (Linn.) C. A. Mey
44. 胡颓子科 Elaeagnaceae
胡颓子属 *Elaeagnus* Linn.
蔓胡颓子 *Elaeagnus glabra* Thunb.
大叶胡颓子 *Elaeagnus macrophylla* Thunb.
45. 桃金娘科 Myrtaceae
桉属 *Eucalyptus* L. Herit
赤桉 *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.
大叶桉 *Eucalyptus robusta* Smith
蒲桃属 *Syzygium* Gaertn.
赤楠 *Syzygium buxifolium* Hook. et Arn.
46. 野牡丹科 Melastomataceae
野牡丹属 *Melastoma* Linn.
地菍 *Melastoma dodecandrum* Lour.
47. 柳叶菜科 Onagraceae
丁香蓼属 *Ludwigia* Linn.
丁香蓼 *Ludwigia epilobiloides* Maxim.
月见草属 *Oenothera* Linn.
裂叶月见草 *Oenothera laciniata* Hill
48. 小二仙草科 Haloragidaceae
小二仙草属 *Gonocarpus* Thunb.
小二仙草 *Gonocarpus micranthus* Thunb.
49. 五加科 Araliaceae
楤木属 *Aralia* Linn.
楤木 *Aralia chinensis* Linn.
常春藤属 *Hedera* Linn.
常春藤(变种) *Hedera nepalensis* K. Koch var. *sinensis* (Tobl.) Rehd.
鹅掌柴属 *Schefflera* J.R. Forst. et G. Forst.
鹅掌柴 *Schefflera heptaphylla* (Linn.) Frodin
50. 伞形科 Umbelliferae
积雪草属 *Centella* Linn.
积雪草 *Centella asiatica* (Linn.) Urban
水芹属 *Oenanthe* Linn.
水芹 *Oenanthe javanica* (Bl.) DC.
前胡属 *Peucedanum* Linn.
滨海前胡 *Peucedanum japonicum* Thunb.
窃衣属 *Torilis* Adans.
小窃衣 *Torilis japonica* (Houtt.) DC.
51. 杜鹃花科 Ericaceae
杜鹃属 *Rhododendron* Linn.
杜鹃 *Rhododendron simsii* Planch.
越桔属 *Vaccinium* Linn.
乌饭树 *Vaccinium bracteatum* Thunb.
52. 紫金牛科 Myrsinaceae
紫金牛属 *Ardisia* Sw.
朱砂根 *Ardisia crenata* Sims
多枝紫金牛 *Ardisia sieboldii* Miq.
53. 报春花科 Primulaceae
琉璃繁缕属 *Anagallis* Linn.
琉璃繁缕 *Anagallis arvensis* Linn.
珍珠菜属 *Lysimachia* Linn.
星宿菜 *Lysimachia fortunei* Maxim.
滨海珍珠菜 *Lysimachia mauritiana* Lam.
54. 山矾科 Symplocaceae
山矾属 *Symplocos* Jacq.
华山矾 *Symplocos chinensis* (Lour.) Druce
白檀 *Symplocos paniculata* (Thunb.) Miq.
55. 木犀科 Oleaceae
梣属 *Fraxinus* Linn.
苦枥木 *Fraxinus insularis* Hemsl.
女贞属 *Ligustrum* Linn.
小蜡 *Ligustrum sinense* Lour.
56. 夹竹桃科 Apocynaceae
络石属 *Trachelospermum* Lem.
络石 *Trachelospermum jasminoides* (Lindl.) Lem.
57. 萝藦科 Asclepiadaceae
匙羹藤属 *Gymnema* R. Br.
匙羹藤 *Gymnema sylvestre* (Retz.) Schult.
球兰属 *Hoya* R. Br.
球兰 *Hoya carnosa* (Linn. f.) R. Br.
黑鳗藤属 *Jasminanthes* Bl.
黑鳗藤 *Jasminanthes mucronata* (Blanco) W. D. Stevens et P. T. Li
58. 旋花科 Convolvulaceae
马蹄金属 *Dichondra* J. R. et G. Forst.
马蹄金 *Dichondra micrantha* Urban
番薯属 *Ipomoea* Linn.
厚藤 *Ipomoea pes-caprae* (Linn.) R. Br.
圆叶牵牛 *Ipomoea purpurea* (Linn.) Roth
59. 马鞭草科 Verbenaceae
紫珠属 *Callicarpa* Linn.
光叶紫珠 *Callicarpa lingii* Merr.
上狮紫珠 *Callicarpa siongsaiensis* Metc.
大青属 *Clerodendrum* Linn.
大青 *Clerodendrum cyrtophyllum* Turcz.
海州常山 *Clerodendrum trichotomum* Thunb.
豆腐柴属 *Premna* Linn.
豆腐柴 *Premna microphylla* Turcz.
牡荆属 *Vitex* Linn.
牡荆(变种) *Vitex negundo* Linn. var. *cannabifolia* (Sieb. et Zucc.) Hand.-Mazz.
山牡荆 *Vitex quinata* (Lour.) Will.
单叶蔓荆 *Vitex rotundifolia* Linn. f.
60. 唇形科 Labiatae
广防风属 *Anisomeles* R. Br.
广防风 *Anisomeles indica* (Linn.) Kuntze
风轮菜属 *Clinopodium* Linn.
风轮菜 *Clinopodium chinense* (Benth.) Kuntze
野芝麻属 *Lamium* Linn.
野芝麻 *Lamium barbatum* Sieb. et Zucc.
绣球防风属 *Leucas* R. Br.
滨海白绒草 *Leucas chinensis* (Retz.) R. Br.

石荠苧属 *Mosla* Buch.-Ham. ex Maxim.
长苞荠苧 *Mosla longibracteata*（C. Y. Wu）C. Y. Wu et H. W. Li
石荠苧 *Mosla scabra*（Thunb.）C. Y. Wu et H. W. Li
鼠尾草属 *Salvia* Linn.
南丹参 *Salvia bowleyana* Dunn
黄芩属 *Scutellaria* Linn.
印度黄芩 *Scutellaria indica* Linn.
61. 茄科 Solanaceae
红丝线属 *Lycianthes*（Dunal）Hassl.
红丝线 *Lycianthes biflora*（Lour.）Bitter
枸杞属 *Lycium* Linn.
枸杞 *Lycium chinense* Mill.
酸浆属 *Physalis* Linn.
苦蘵 *Physalis angulata* Linn.
毛苦蘵（变种）var. *villosa* Bonati
茄属 *Solanum* Linn.
龙葵 *Solanum nigrum* Linn.
62. 玄参科 Scrophulariaceae
松蒿属 *Phtheirospermum* Bunge ex Fisch. et Mey.
松蒿 *Phtheirospermum japonicum*（Thunb.）Kanitz
63. 列当科 Orobanchaceae
野菰属 *Aeginetia* Linn.
野菰 *Aeginetia indica* Linn.
64. 爵床科 Acanthaceae
爵床属 *Justicia* Linn.
爵床 *Justicia procumbens* Linn.
65. 车前科 Plantaginaceae
车前属 *Plantago* Linn.
车前 *Plantago asiatica* Linn.
66. 茜草科 Rubiaceae
拉拉藤属 *Galium* Linn.
猪殃殃 *Galium spurium* Linn.
栀子属 *Gardenia* Ellis
栀子 *Gardenia jasminoides* Ellis
耳草属 *Hedyotis* Linn.
金毛耳草 *Hedyotis chrysotricha*（Palib.）Merr.
肉叶耳草 *Hedyotis strigulosa*（Bartl. ex DC.）Fosberg
巴戟天属 *Morinda* Linn.
羊角藤（亚种）*Morinda umbellata* Linn. subsp. *obovata* Y. Z. Ruan
玉叶金花属 Mussaenda Linn.
玉叶金花 *Mussaenda pubescens* Ait. f.
鸡矢藤属 *Paederia* Linn.
耳叶鸡矢藤 *Paederia cavaleriei* Lévl.
鸡矢藤 *Paederia scandens*（Lour.）Merr.
毛鸡矢藤（变种）var. *tomentosa*（Bl.）Hand.-Mazz.
九节属 *Psychotria* Linn.
蔓九节 *Psychotria serpens* Linn.
茜草属 *Rubia* Linn.
东南茜草 *Rubia argyi*（Levl. et Vaniot）Hara ex L. A. Lauener et D. K.
67. 忍冬科 Caprifoliaceae
六道木属 *Abelia* R. Br.
糯米条 *Abelia chinensis* R. Br.
忍冬属 *Lonicera* Linn.
忍冬 *Lonicera japonica* Thunb.
68. 败酱科 Valerianaceae
败酱属 *Patrinia* Juss.
白花败酱 *Patrinia villosa*（Thunb.）Juss.
69. 葫芦科 Cucurbitaceae
盒子草属 *Actinostemma* Griff.
盒子草 *Actinostemma tenerumc* Griff.
70. 桔梗科 Campanulaceae
蓝花参属 *Wahlenbergia* Schrad. ex Roth
蓝花参 *Wahlenbergia marginata*（Thunb.）A. DC.
71. 菊科 Compositae
藿香蓟属 *Ageratum* Linn.
藿香蓟 *Ageratum conyzoides* Linn.
蒿属 *Artemisia* Linn.
茵陈蒿 *Artemisia capillaris* Thunb.
滨蒿 *Artemisia fukudo* Makino
牡蒿 *Artemisia japonica* Thunb.
矮蒿 *Artemisia lancea* Vant.
野艾蒿 *Artemisia lavandulaefolia* DC.
猪毛蒿 *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit.
紫菀属 *Aster* Linn.
普陀狗娃花 *Aster arenarius*（Kitam.）Nemoto
马兰 *Aster indicus* Linn.
琴叶紫菀 *Aster panduratus* Nees ex Walp.
狭叶裸菀 *Aster sinoangustifolius* Brouillet, Semple et Y. L. Chen
三脉紫菀（亚种）*Aster trinervius* D. Don subsp. *ageratoides*（Turcz.）Grierson
陀螺紫菀 *Aster turbinatus* S. Moore
鬼针草属 *Bidens* Linn.
大狼把草 *Bidens frondosa* Linn.
鬼针草 *Bidens pilosa* Linn.
菊属 Chrysanthemum Linn.
野菊 *Chrysanthemum indicum* Linn.
甘菊 *Chrysanthemum lavandulifolium*（Fisch. ex Trautv.）Makino
蓟属 *Cirsium*Mill.
蓟 *Cirsium japonicum* DC.
野茼蒿属 *Crassocephlum* Moench
革命菜 *Crassocephalum crepidioides*（Benth.）S. Moore
假还阳参属 *Crepidiastrum* Nakai
黄瓜假还阳参 *Crepidiasttrum denticulatum*（Houtt.）Pak et Kawano
假还阳参 *Crepidiastrum lanceolatum*（Houtt.）Nakai
尖裂假还阳参 *Crepidiastrum sonchifolium*（Maxim.）Pak et Kawano
芙蓉菊属 *Crossostephium* Less.
芙蓉菊 *Crossostephium chinense*（Linn.）Makino
鳢肠属 *Eclipta* Linn.
鳢肠 *Eclipta prostrata* Linn.
一点红属 *Emilia* Cass.
一点红 *Emilia sonchifolia*（Linn.）DC.
飞蓬属 *Erigeron* Linn.
一年蓬 *Erigeron annuus*（Linn.）Pers.
野塘蒿 *Erigeron bonariensis* Linn.

小蓬草 *Erigeron canadensis* Linn.
苏门白酒草 *Erigeron sumatrensis* Retz.
大吴风草属 *Farfugium* Lindl.
大吴风草 *Farfugium japonicum* (Linn.) Kitam.
鼠麹草属 *Gnaphalium* Linn.
宽叶鼠麹草 *Gnaphalium adnatum* (Wall. ex DC.) Kitam.
鼠麹草 *Gnaphalium affine* D. Don
细叶鼠麹草 *Gnaphalium japonicum* Thunb.
匙叶鼠麹草 *Gnaphalium pensylvanicum* Willd.
多茎鼠麹草 *Gnaphalium polycaulon* Pers.
小苦荬属 *Ixeridium* (A. Gray) Tzvel.
小苦荬 *Ixeridium dentatum* (Thunb.) Tzvel.
褐冠小苦荬 *Ixeridium laevigatum* (Bl.) Pak et Kawano
苦荬菜属 *Ixeris* Cass.
苦荬菜 *Ixeris polycephala* Cass.ex DC.
翅果菊属 *Lactuca* Linn.
台湾翅果菊 *Lactuca formosana* Maxim.
翅果菊 *Lactuca indica* Linn.
卤地菊属 *Melanthera* Rohr
卤地菊 *Melanthera prostrata* (Hemsl.) W. L. Wagner et H. Rob.
裸柱菊属 *Soiiva Ruiz* et Pavon.
裸柱菊 *Soliva anthemifolia* (Juss.) R. Br.
苦苣菜属 *Sonchus* Linn.
续断菊 *Sonchus asper* (Linn.) Hill
苦苣菜 *Sonchus oleraceus* Linn.
联毛紫菀属 *Symphyotrichum* Nees
钻叶紫菀 *Symphyotrichum subulatum* (Michx.) G. L. Nesom
苍耳属 *Xanthium* Linn.
苍耳 *Xanthium strumarium* Linn.
黄鹌菜属 *Youngia* Cass.
黄鹌菜 *Youngia japonica* (Linn.) DC.
72. 香蒲科 Typhaceae
香蒲属 *Typha* Linn.
狭叶香蒲 *Typha angustifolia* Linn.
73. 禾本科 Gramineae
竹亚科 Bambusoideae Ascher. et Graebn
刚竹属 *Phyllostachys* Sieb. et Zucc.
灰竹 *Phyllostachys nuda* McClure
禾亚科 Agrostidoideae Keng et Keng f.
剪股颖属 *Agrostis* Linn.
华北剪股颖 *Agrostis clavat* Trin.
看麦娘属 *Alopecurus* Linn.
看麦娘 *Alopecurus aequalis* Sobol.
荩草属 *Arthraxon* Beauv.
荩草 *Arthraxon hispidus* (Thunb.) Makino
芦竹属 *Arundo* Linn.
芦竹 *Arundo donax* Linn.
燕麦属 *Avena* Linn.
野燕麦 *Avena fatua* Linn.
拂子茅属 *Calamagrostis* Adans.
拂子茅 *Calamagrostis epigeios* (Linn.) Roth
细柄草属 *Capillipedium* Stapf
细柄草 *Capillipedium parviflorum* (R. Br.) Stapf
狗牙根属 *Cynodon* Rich.
狗牙根 *Cynodon dactylon* (Linn.) Pers.
马唐属 *Digitaria* Hall.
升马唐 *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.
稗属 *Echinochloa* Beauv.
光头稗 *Echinochloa colonum* (Linn.) Link
穇属 *Eleusine* Gaertn
牛筋草 *Eleusine indica* (Linn.) Gaerth.
披碱草属 *Elymus* Linn.
日本纤毛草(变种) *Elymus ciliaris* (Trin. ex Bunge) Tzvelev var. *hackelianus* (Honda) G. Zhu et S. L. Chen
柯孟披碱草 *Elymus kamoji* (Ohwi) S. L. Chen
画眉草属 *Eragrostis* Wolf
乱草 *Eragrostis japonica* (Thunb.) Trin.
白茅属 *Imperata* Cirillo
大白茅(变种) *Imperata cylindrica* (Linn.) Raeuschel var. *major* (Nees) C. B. Hubb.
鸭嘴草属 *Ischaemum* Linn.
毛鸭嘴草 *Ischaemum anthephoroides* (Steud.) Miq.
有芒鸭嘴草 *Ischaemum aristatum* Linn.
细毛鸭嘴草 *Ischaemum ciliare* Retz.
淡竹叶属 *Lophatherum* Brongn.
淡竹叶 *Lophatherum gracile* Brongn.
芒属 *Miscanthus* Anderss.
五节芒 *Miscanthus floridulus* (Lab.) Warb. ex Schum. et Laut.
芒 *Miscanthus sinensis* Anderss.
黍属 *Panicum* Linn.
铺地黍 *Panicum repens* Linn.
雀稗属 *Paspalum* Linn.
双穗雀稗 *Paspalum distichum* Linn.
长叶雀稗 *Paspalum longifolium* Roxb.
圆果雀稗(变种) *Paspalum scrobiculatum* Linn. var. *orbiculare* (G. Forst.) Hack.
雀稗 *Paspalum thunbergii* Kunth ex Steud.
束尾草属 *Phacelurus* Griseb.
束尾草 *Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi
芦苇属 *Phragmites* Adans.
芦苇 *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
棒头草属 *Polypogon* Desf.
棒头草 *Polypogon fugax* Nees ex Steud.
长芒棒头草 *Polypogon monspeliensis* (Linn.) Desf.
狗尾草属 *Setaria* Beauv.
大狗尾草 *Setaria faberi* Herrm.
棕叶狗尾草 *Setaria palmifolia* (Koen.) Stapf
金色狗尾草 *Setaria pumlia* (Poiret) Roem. et Schult.
狗尾草 *Setaria viridis* (Linn.) Beauv.
米草属 *Spartina* Schreb.
互花米草 *Spartina alterniflora* Loisel.
鼠尾粟属 *Sporobolus* R. Br.
鼠尾粟 *Sporobolus fertilis* (Steud.) Clayton
结缕草属 *Zoysia* Willd.

结缕草 *Zoysia japonica* Steud.
中华结缕草 *Zoysia sinica* Hance
74. 莎草科 Cyperaceae
薹草属 *Carex* Linn.
健壮薹草(亚种) *Carex wahuensis* C. A. Mey. subsp. *robusta* (Franch. et Sav.) T. Koyama
克拉莎属 *Cladium* R. Br.
华克拉莎 *Cladium chinensis* Nees
莎草属 *Cyperus* Linn.
砖子苗 *Cyperus cyperoides* (Linn.) Kuntz.
畦畔莎草 *Cyperus haspan* Linn.
碎米莎草 *Cyperus iria* Linn.
飘拂草属 *Fimbristylis* Vahl
两歧飘拂草 *Fimbristylis dichotoma* (Linn.) Vahl
少穗飘拂草 *Fimbristylis schoenoides* (Retz.) Vahl
锈鳞飘拂草 *Fimbristylis sieboldii* Miq. ex Franch. et Sav.
双穗飘拂草 *Fimbristylis subbispicata* Nees et Meyen
水蜈蚣属 *Kyllinga* Rottb.
水蜈蚣 *Kyllinga brevifolia* Rottb.
扁莎属 *Pycreus* P. Beauv.
球穗扁莎 *Pycreus flavidus* (Retz.) T. Koyama
多穗扁莎 *Pycreus polystachyus* (Rottb.) Beauv.
珍珠茅属 *Scleria* Berg.
毛果珍珠茅 *Scleria levis* Retz.
75. 天南星科 Araceae
天南星属 *Arisaema* Mart.
灯台莲 *Arisaema bockii* Engl.
半夏属 *Pinellia* Tenore
半夏 *Pinellia ternata* (Thunb.) Tenore ex Breit.
76. 鸭跖草科 Commelinaceae
鸭跖草属 *Commelina* Linn.
鸭跖草 *Commelina communis* Linn.
77. 灯心草科 Juncaceae
灯心草属 *Juncus* Linn.
翅茎灯心草 *Juncus alatus* Franch. et Savat.
星花灯芯草 *Juncus diastrophanthus* Buch.
野灯心草 *Juncus setchuensis* Buch.
78. 百合科 Liliaceae
粉条儿菜属 *Aletris* Linn.
粉条儿菜 *Aletris spicata* (Thunb.) Franch.
葱属 *Allium* Linn.
薤白 *Allium macrostemon* Bunge
天门冬属 *Asparagus* Linn.
天门冬 *Asparagus cochinchinensis* (Lour.) Merr.
山菅属 *Dianella* Lam.
山菅 *Dianella ensifolia* (Linn.) Redouté
百合属 *Lilium* Linn.
野百合 *Lilium brownii* F. E. Brown ex Miellez
百合(变种)var. *viridulum* Baker
山麦冬属 *Liriope* Lour.
阔叶山麦冬 *Liriope muscari* (Decne.) L. H. Bailey
山麦冬 *Liriope spicata* (Thunb.) Lour.
菝葜属 *Smilax* Linn.
菝葜 *Smilax china* Linn.
光叶菝葜 *Smilax glabra* Roxb.
79. 石蒜科 Amaryllidaceae
文殊兰属 *Crinum* Linn.
文殊兰(变种) *Crinum asiaticum* Linn. var. *sinicum* (Roxb. ex Herb.) Baker
石蒜属 *Lycoris* Herb.
石蒜 *Lycoris radiata* (L'Her.) Herb.
换锦花 *Lycoris sprengeri* Comes ex Baker
80. 薯蓣科 Dioscoreaceae
薯蓣属 *Dioscorea* Linn.
黄独 *Dioscorea bulbifera* Linn.
福州薯蓣 *Dioscorea futschauensis* Uline ex R. Knuth
日本薯蓣 *Dioscorea japonica* Thunb.
细柄薯蓣 *Dioscorea tenuipes* Franch. et Sav.
81. 鸢尾科 Iridaceae
射干属 *Belamcanda* Adans.
射干 *Belamcanda chinensis* (Linn.) DC.
82. 姜科 Zingiberaceae
山姜属 *Alpinia* Roxb.
艳山姜 *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burtt. et Smith